

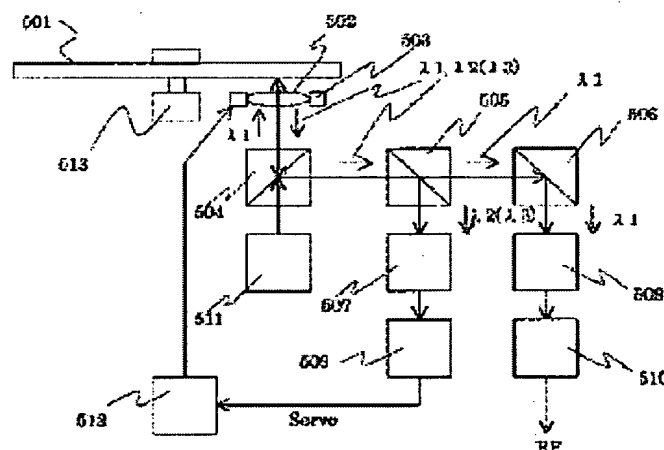
**OPTICAL DISK DRIVE AND OPTICAL REPRODUCTION METHOD**

**Patent number:** JP2003085818  
**Publication date:** 2003-03-20  
**Inventor:** ICHIHARA KATSUTARO; TODORI KENJI  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- international: G11B7/135; G11B7/005; G11B7/09  
- european:  
**Application number:** JP20010278167 20010913  
**Priority number(s):** JP20010278167 20010913

[Report a data error here](#)

**Abstract of JP2003085818**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical disk drive and an optical reproduction method capable of eliminating noises and positively utilizing these lights in reproduction of an optical recording medium emitting the light of a wavelength different from the one of an irradiation light. **SOLUTION:** When reproducing information recorded on the optical recording medium (501) emitting the light of a second wavelength ( $\lambda_2$ ) when being irradiated with the light of a first wavelength ( $\lambda_1$ ), the optical disk drive makes the reflected light of the first wavelength from the optical recording medium be incident on a photodetector (508) for main signal detection and positively utilizes the light of the second wavelength emitted at the optical recording medium in the photodetector (507) for servo signal detection without making it incident on the photodetector for the main signal detection.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-85818  
(P2003-85818A)

(43)公開日 平成15年 3月20日 (2003. 3. 20)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B	Z 5 D 0 9 0
	7/005		C 5 D 1 1 8
	7/09		A 5 D 1 1 9
			5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-278167(P2001-278167)

(22)出願日 平成13年 9月13日 (2001. 9. 13)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 市原 勝太郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 都島 顕司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100088487

弁理士 松山 允之 (外1名)

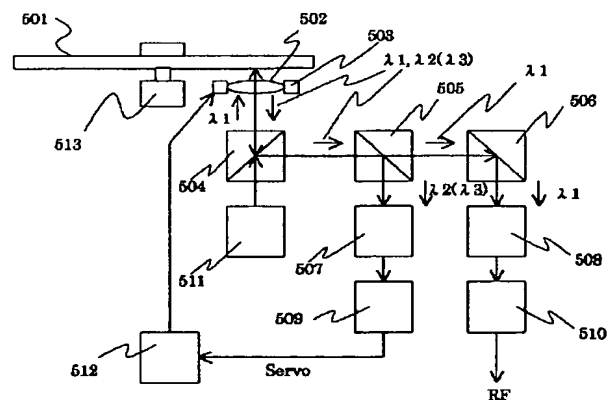
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 光ディスクドライブ及び光再生方法

## (57)【要約】

【課題】 照射光とは異なる波長の光を放出する光記録媒体の再生において、ノイズを除去し、さらにこれらの光を積極的に利用できる光ディスクドライブ及び光再生方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 第1の波長( $\lambda 1$ )の光を照射すると第2の波長( $\lambda 2$ )の光を放出する光記録媒体(501)に記録された情報を再生する際に、光記録媒体からの第1の波長の反射光を主信号検出用光検出器(508)に入射させ、光記録媒体において放出された前記第2の波長の光は主信号検出用光検出器に入射せず、サーボ信号検出用光検出器(507)において積極的に利用する光ディスクドライブを提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の波長の光を照射すると前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光ディスクドライブであって、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとる主信号検出用光検出器と、前記光記録媒体に前記第 1 の波長の光を照射して得られる前記第 1 の波長の反射光を前記主信号検出用光検出器に入射させ、前記光記録媒体において放出された前記第 2 の波長の光の前記主信号検出用光検出器への入射を排除する光学手段と、

を備えたことを特徴とする光ディスクドライブ。

【請求項 2】第 1 の波長の光を照射すると前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光ディスクドライブであって、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとる主信号検出用光検出器と、前記光記録媒体と前記主信号検出用光検出器との相対的な位置関係または光学的な結合関係を制御するためのサーボ情報を検出するサーボ信号検出用光検出器と、前記光記録媒体に前記第 1 の波長の光を照射して得られる前記第 1 の波長の反射光を前記主信号検出用光検出器に入射させ、前記光記録媒体において放出された前記第 2 の波長の光は前記サーボ信号検出用光検出器に入射させる光学手段と、

を備えたことを特徴とする光ディスクドライブ。

【請求項 3】第 1 の波長の光を照射すると前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光再生方法であって、前記光記録媒体に前記第 1 の波長の光を照射して得られる前記第 1 の波長の反射光を利用して、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとり、前記光記録媒体において放出された前記第 2 の波長の光の、前記主信号を検出するための光検出器への入射は排除することを特徴とする光再生方法。

【請求項 4】第 1 の波長の光を照射すると前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光再生方法であって、前記光記録媒体に前記第 1 の波長の光を照射して得られる前記第 1 の波長の反射光を利用して、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとり、前記光記録媒体において放出された前記第 2 の波長の光を利用して、前記光記録媒体に対する相対的な位置関係または光学的な結合関係を制御するためのサーボ情報の検出を行うことを特徴とする光再生方法。

【請求項 5】前記光記録媒体は、超解像層を有し、前記第 2 の波長の光は、前記超解像層から放出されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の光再生方法

【請求項 6】前記光記録媒体は、蛍光体を含有し、前記第 2 の波長の光は、前記蛍光体から放出されること

を特徴とする請求項 3 または 4 に記載の光再生方法

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクドライブ及び光再生方法に関し、より詳細には、光ビームの照射に対して非線形光学応答を示す超解像層などを有する光記録媒体を駆動する光ディスクドライブ及び光再生方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ビームを照射して情報の再生もしくは記録・再生を行う光ディスクメモリは、大容量で高速アクセスが可能であり、さらに媒体可搬性も兼ね備えているため、音声、画像、計算機データなどの各種ファイルに実用化されており、今後もその発展が期待されている。光ディスクの高密度化技術の一つとして「超解像媒体技術」が提案され検討されている。

【0003】超解像媒体技術とは、記録層の光入射面側に非線形光学応答を呈する薄膜、超解像膜を配し、この超解像膜が有するビーム縮小効果を利用して、記録層に入射する光のスポットサイズを、光源の波長 ( $\lambda$ ) と対物レンズの開口数 (NA) で規定されるサイズよりも小さくして記録密度を向上させる技術である。

【0004】非線形光学応答として、例えば入射光強度の増加に対して透過率が増加する応答を有する超解像膜を用いた場合を例に挙げると、ガウス型の強度分布を有する入射ビームの周縁部は光強度が低いために選択的に遮断され、ビームの中央部は光強度が高いために選択的に透過され、記録層に入射する光の実効的なスポットサイズは縮小されて超解像効果を得ることができる。

【0005】超解像膜の超解像方式としては、「ヒートモード系」の方式と「フォトンモード系」の方式とがある。

【0006】ヒートモード系の方式としては、(1) Te (テルル)、Sb (アンチモン)、Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>、GeSbTe (ゲルマニウム・アンチモン・テルル) などの低融点金属を用い、熔融、結晶化に因る非線形光学応答を利用する方式、(2) AgOx を用い熱分解、再結合に因る非線形光学応答を利用する方式、(3) 色素の熱退色、発色に因る非線形光学応答を利用する方式などを挙げることができる。

【0007】一方、フォトンモード系の方式としては、(4) フォトクロミズムを利用する方式、(5) 本発明の発明者等が提案した半導体微粒子分散膜の吸収飽和特性を利用する方式などがある。

【0008】フォトンモード系の方式は、状態遷移が高速であるので応答特性に優れるという利点を有する。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者の検討の結果、フォトンモード系の遷移においては、超解像膜に光ビームを照射すると、照射光とは異なる波長の光

が放出される場合があることが判明した。

【0010】例えば、半導体微粒子分散膜の吸収飽和特性を利用する超解像方式においては、吸収飽和を起こす準位、例えばエキシトン準位の他に、深いトラップ準位が存在し、エキシトン準位から深いトラップ準位に電子遷移する際に照射光とは異なる波長の光を放出することがある。このような照射光とは異なる波長の光は、照射光の反射成分を検出する主信号検出系に入射してノイズの原因となる。

【0011】本発明は、かかる点に着目してなされたものであり、従来の超解像媒体技術、特に照射光とは異なる波長の光を放出する特性を有する超解像膜を具備する超解像記録媒体の課題を解決するために実施されるものであって、その第1の目的は、超解像膜に光ビームを照射した時に生ずる異なる波長の光に起因するノイズを除去することができる光ディスクドライブ及び光再生方法を提供することにある。

【0012】また、本発明の第2の目的は、照射光とは異なる波長を有するこれらの光を積極的に利用できる光ディスクドライブ及び光再生方法を提供することにある。

【0013】さらにまた、本発明の第3の目的は、超解像膜からの発光の積極的な利用以外にも、照射光とは異なる波長の2次光を放出する蛍光層などの発光機能を有する層を設けた光記録媒体を用いてこの2次光を積極的に利用する光ディスクドライブ及び光再生方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の光ディスクドライブは、第1の波長の光を照射すると前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光ディスクドライブであって、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとる主信号検出用光検出器と、前記光記録媒体に前記第1の波長の光を照射して得られる前記第1の波長の反射光を前記主信号検出用光検出器に入射させ、前記光記録媒体において放出された前記第2の波長の光の前記主信号検出用光検出器への入射を排除する光学手段と、を備えたことを特徴とする。

【0014】上記構成によれば、超解像層などからの不可避免的な発光に起因する主信号ノイズ成分を除去でき、信号対雑音比(S/N比)の改善に直結し、記録密度の向上もしくは動作マージンの改善に繋がる。

【0015】または、本発明の光ディスクドライブは、第1の波長の光を照射すると前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光ディスクドライブであって、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとる主信号検出用光検出器と、前記光記録媒体と前記主信号検出用光検出器との相対的な位置関係または光学的な結合関係を制御するためのサーボ情報を検出するサーボ信号検出用光

検出器と、前記光記録媒体に前記第1の波長の光を照射して得られる前記第1の波長の反射光を前記主信号検出用光検出器に入射させ、前記光記録媒体において放出された前記第2の波長の光は前記サーボ信号検出用光検出器に入射させる光学手段と、を備えたことを特徴とする。

【0016】上記構成によれば、超解像層や蛍光層などにおける発光を積極的に利用してサーボ情報を得ることにより、主信号の信号対雑音比の改善に加えて、入射光の反射成分の一部をサーボ検出に振り分ける必要がなく、反射成分の全てを主信号検出に利用できるように、主信号量の増加、即ちさらなる信号対雑音比の改善とさらなる記録密度の向上効果を得ることが可能となる。

【0017】なおここで、「相対的な位置関係」とは、トラッキングなどに関連する位置関係をいい、「光学的な結合関係」とは、例えば対物レンズのフォーカスなどに関する結合関係をいうものとする。

【0018】ここで、前記光記録媒体は、超解像層を有し、前記第2の波長の光は、前記超解像層から放出されるものとしてでき、もともと超解像媒体の有する優れた高密度記録特性に加えて、光ディスクの記録密度を格段に向上することができる。

【0019】または、前記光記録媒体は、蛍光体を含むし、前記第2の波長の光は、前記蛍光体から放出されるものとすれば、媒体に発光作用を積極的に付与することにより、サーボ情報を確実に得ることができる。

【0020】一方、本発明の光再生方法は、第1の波長の光を照射すると前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光再生方法であって、前記光記録媒体に前記第1の波長の光を照射して得られる前記第1の波長の反射光を利用して、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとり、前記光記録媒体において放出された前記第2の波長の光の、前記主信号を検出するための光検出器への入射を排除することを特徴とする。

【0021】上記構成によれば、超解像層などからの不可避免的な発光に起因する主信号ノイズ成分を除去でき、信号対雑音比(S/N比)の改善に直結し、記録密度の向上もしくは動作マージンの改善に繋がる。

【0022】または、方法の光再生方法は、第1の波長の光を照射すると前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出する光記録媒体に記録された情報を再生する光再生方法であって、前記光記録媒体に前記第1の波長の光を照射して得られる前記第1の波長の反射光を利用して、前記光記録媒体に記録された情報を主信号として読みとり、前記光記録媒体において放出された前記第2の波長の光を利用して、前記光記録媒体に対する相対的な位置関係または光学的な結合関係を制御するためのサーボ情報の検出を行うことを特徴とする。

【0023】上記構成によれば、超解像層や蛍光層など

における発光を積極的に利用してサーボ情報を得ることにより、主信号の信号対雑音比の改善に加えて、入射光の反射成分の一部をサーボ検出に振り分ける必要がなく、反射成分の全てを主信号検出に利用できるために、主信号量の増加、即ちさらなる信号対雑音比の改善とさらなる記録密度の向上効果を得ることが可能となる。

【0024】ここで、上記再生方法においても、前記光記録媒体は、超解像層を有し、前記第2の波長の光は、前記超解像層から放出されるものとすることができ、も

とも超解像媒体の有する優れた高密度記録特性に加えて、光ディスクの記録密度を格段に向上することができる。

【0025】または、前記光記録媒体は、蛍光体を含有し、前記第2の波長の光は、前記蛍光体から放出されるものとすれば、媒体に発光作用を積極的に付与することにより、サーボ情報を確実に得ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0027】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態として、入射光とは異なる波長の2次光を放出する記録媒体を用いて、この2次光を積極的に利用してトラッキングなどの制御を行う光ディスクドライブについて説明する。

【0028】図1は、本発明の実施の形態にかかる光ディスクドライブの要部構成を例示する模式図である。

【0029】この光ディスクドライブは、スピンドルモータ503を備え、光記録媒体501を回転駆動する。そして、半導体レーザ光源511から放出された光をビームスプリッタ504、対物レンズ502を介して光記録媒体501に照射する。

【0030】媒体501からの反射光は、対物レンズ502、ビームスプリッタ504を経て、第1のダイクロイックミラー（Dichroic Mirror）505に入射する。ここで反射光は2分割され、その一方はサーボ信号検出用光検出器507に入射して電気信号に変換され、サーボ信号検出回路509に入力されて所定のサーボ信号が駆動制御系512に与えられ、レンズアクチュエータ503に対して駆動信号を供給する。

【0031】一方、第1のダイクロイックミラー505において分割された他方の光は、第2のダイクロイックミラー506を経て主信号検出用光検出器508に入射して電気信号に変換される。この電気信号は、主信号検出回路510に入力され、検出情報（RF）として出力される。

【0032】図2は、本発明において用いる光記録媒体501の作用を概念的に表す模式図である。すなわち、この光記録媒体501に対して、記録や再生のために波長 $\lambda_1$ の光ビームを照射すると、その一部は波長 $\lambda_1$ の反射光として放出され、また一方、波長 $\lambda_1$ とは異なる

波長 $\lambda_2$ の光も放出する。すなわち、光記録媒体501は、波長 $\lambda_1$ の光を受けて波長 $\lambda_2$ の2次光を放出する発光作用を有する。このような発光作用を有するものの具体例としては、後に詳述するように、超解像層あるいは蛍光層を挙げることができる。

【0033】さて、再び図1に戻って説明を続けると、光源511からは波長 $\lambda_1$ の光が放出され、これが対物レンズ502を経て光記録媒体501に照射される。すると、光記録媒体501から、この波長 $\lambda_1$ の光が反射されると共に、その発光作用によって波長 $\lambda_1$ とは異なる波長 $\lambda_2$ の2次光が放出される。（なお、同図には、波長 $\lambda_3$ も併せて表したが、この点については、後に詳述する）本実施形態においては、これら異なる波長を有する光をダイクロイックミラー505、506によって選別し、それぞれ別の用途に用いる点に特徴を有する。すなわち、サーボ信号検出用光検出器507に反射光を導く第1のダイクロイックミラー505は、波長 $\lambda_1$ の入射光（光源511からの出力光）に対しては高い透過率（例えば、ほぼ100%に近い透過率）を有し、光記録媒体501において生じた波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_3$ ）の発光に対しては高い反射率（例えば、ほぼ100%に近い反射率）を有するものとする。

【0034】一方、主信号検出用光検出器508に光を導く第2のダイクロイックミラー506は、波長 $\lambda_1$ の入射光（光源511の出力光）に対しては高い反射率（例えば、ほぼ100%の反射率）を有し、光記録媒体501において生じた波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_3$ ）の発光に対しては高い透過率（例えば、ほぼ100%の透過率）を有する。

【0035】第1のダイクロイックミラー505によりサーボ信号検出用光検出器507に導かれた光は、例えば分割型の構成を有する光検出器507により、フォーカシングサーボ、トラッキングサーボ、または必要に応じてチルトサーボなどの検出に利用される。分割型の検出器を用いる代わりに、サーボ信号検出用光検出器507の前段に図示しないハーフミラーを設けて、別々の検出器で各々のサーボ制御情報を検出しても良い。

【0036】第1のダイクロイックミラー505の光学的特性が良好で、第2のダイクロイックミラー506へ波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_3$ ）の2次光が漏出ししないような場合には、第2のダイクロイックミラー506は単なるミラーに置き換えても良い。

【0037】なお、第1及び第2のダイクロイックミラー505、506の反射特性や透過特性は、サーボ信号検出用光検出器507と主信号検出用光検出器508の配置に応じて適宜設定できるが、要は、光記録媒体501において生じた波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_3$ ）の発光をサーボ信号検出用光検出器507に入射させ、主信号検出用光検出器508には入射しないような構成にすれば良い。

【0038】また、このように2次光をサーボ信号検出

用光検出器 507 に導く構成は、再生のみならず、記録の際にも利用できることはもちろんである。

【0039】さてここで、従来の光ディスクドライブにおいても、例えば波長 780nm 帯で用いる CD (Compact Disk) と波長 650nm 帯で用いる DVD (Digital Versatile Disk) の両方を駆動するドライブにおいては、二つの波長を分離するためにダイクロミックミラーアレー (Dichroic Mirror Array) などが用いられている。しかし、これは入射波長自体が 2 波長の光学系において、CD 用検出系と DVD 用検出系に光を振り分けるためのものである。

【0040】これに対して、本発明においては、入射波長は波長  $\lambda 1$  の一種のみである。そして、波長  $\lambda 1$  とは異なる波長  $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ ) の 2 次光を放出する光記録媒体からの発光を波長  $\lambda 1$  の光と分離し、 $\lambda 1$  を主信号検出に与え、 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ ) をサーボ信号検出に利用するという点で、ダイクロミックミラーアレーを有する 2 波長型の光ディスクドライブとは本質的に異なるものである。

【0041】図 10 は、2 波長帯で用いることを目的として構成した比較例としての光ディスクドライブの要部構成を表す模式図である。同図については、図 1 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0042】図 10 の構成が図 1 の構成と異なる部分は、ハーフミラー 514、ミラー 515 である。そして、これらを通した光の波長成分を見れば明らかなように、ハーフミラー 514、515 に波長選択機能は付与されていない。

【0043】また、この比較例の場合、ミラー 515 は必須ではなく、ハーフミラー 514 を透過した光を直接、主信号検出用光検出器 508 で受けても良い。この比較例の構成においては、サーボ信号検出用光検出器 507 にも主信号検出用光検出器 508 にも波長  $\lambda 1$  と  $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ ) の全ての波長の光が入射することになる。そのため、主信号検出回路 510 に超解像層などからの発光成分が入り込み、ノイズ要因となると同時に、記録媒体 501 からの反射光を主信号とサーボ信号に振り分けるために、波長  $\lambda 1$  の反射光のうちの一部は主信号検出に利用出来ず、この点で損失が生ずることとなる。

【0044】これに対して、本実施形態の光ディスクドライブによれば、記録媒体 501 において生ずる 2 次光を主信号検出系には与えないので、ノイズ成分が増加することはない。さらにまた、波長  $\lambda 1$  の反射光を全て主信号として検出させることかできるため、損失が低減し、読み取り感度を上げることが可能となる。この効果は、後に詳述するように、記録媒体 501 において 2 次光の発光が不可避免的に生ずるような場合に、この 2 次光によるノイズの増加を抑えて有効に利用することができる点で、特に格別顕著である。

【0045】次に、本発明において用いることができる

光記録媒体について説明する。

【0046】図 3 は、本発明の光ディスクドライブに用いられる光記録媒体の基本構成を例示する断面図である。すなわち、この媒体は、基板 11 の上に、超解像層 12、記録媒体部 13、保護層 14 を積層した構造を有する。記録・再生のための光ビームは、図中の矢印 I の方向に入射する。また、保護層 14 は、対向基板であってもよい。

【0047】記録媒体部 13 は、再生専用型 (Read Only Memory: ROM) の場合は例えば単層の反射層からなり、追記型 (Recordable: R) の場合は例えば光入射側から色素系記録層と反射層、書き換え型 (ReWritable: RW) の場合は例えば光入射側から第 1 干渉層、記録層、第 2 干渉層、反射層を順次積層した構成とすることができる。基板 11 もしくは対向基板 14 の表面には、ROM の場合には情報ビット列、R 及び RW の場合にはヘッダ情報とトラッキンググルーブ (tracking groove) が形成されている。

【0048】図 4 は、超解像層 12 の典型的な特性を例示するグラフ図である。すなわち、同図の横軸は入射光強度 (P)、縦軸は超解像層の透過率 (Tr) をそれぞれ表す。

【0049】超解像層 12 は、入射光強度に対して透過率が非線形となる光学応答を示す。例えば図 4 に表したように、入射光強度 P が低い場合に透過率 Tr が低く、入射光強度 P が高くなると透過率 Tr が高くなるという特性を示す。

【0050】図 5 は、このような特性を有する超解像層を光ビームが通過する場合のビーム縮小効果を表す模式図である。すなわち、同図は、超解像層に入射するビーム (Incident) と透過したビーム (Tr) の強度分布を表す。

【0051】図 4 に例示したような非線形の光学特性に対応して、入射ビームの周縁部は透過率が低いために選択的に遮断され、入射ビームの中央部付近は透過率が高いので選択的に透過される。このような超解像効果の結果として、透過ビームのスポットサイズは入射ビームより縮小される。

【0052】図 6 (a) は、本発明に用いて好適な超解像層のエネルギー準位と電子遷移の典型例を表す模式図である。同図において、G は基底準位、EX は励起準位、TR はトラップ準位をそれぞれ表す。すなわち、この超解像層は、基底準位 G と励起準位 EX との間にトラップ準位 TR を有する。このようなエネルギー準位においては、波長  $\lambda 1$  の光により励起された電子は、波長  $\lambda 2$  の 2 次光を放出してトラップ準位 TR に捕獲された後に、波長  $\lambda 3$  の 2 次光を放出して基底準位 G に戻る。

【0053】このような準位を有する超解像層 12 としては、典型的には半導体微粒子分散膜を挙げることができる。これは例えば、ZnCdSeTeS 系の化合物半

導体の微粒子が誘電体もしくは有機物からなるマトリクス中に分散した構造の超解像層である。励起準位 E X としては、例えばエキシトン準位や、ドーピングで形成したドナー準位、あるいは伝導帯の下端付近などから自由に選ぶことができるが、照射パワーに対して急峻な非線形光学変化を得るためには、エキシトン準位もしくはドナー準位を選ぶのが好ましい。

【0054】半導体材料を微粒子化することによって量子サイズ効果を発現させることができ、エキシトン準位もしくはドナー準位と伝導帯の下端とのエネルギー差を大きくすることができるので、エキシトン準位もしくはドナー準位から伝導帯への電子の熱的な脱励起を抑制できる。このため、エキシトン準位もしくはドナー準位の寿命を、通常のパルク半導体における寿命（ピコ秒程度である）よりも桁違いに長くでき、吸収飽和に基づく超解像効果を効果的に発現することが可能となる。

【0055】図 6 (a) において、 $\lambda 1$  は入射光の波長、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、主に  $\lambda 2$  は本発明に関わる超解像層 12 から放出される 2 次光の波長に対応する。すなわち、超解像層に波長  $\lambda 1$  の光を照射すると、基底準位 G の電子が励起準位 E X に励起する。励起準位 E X の選び方にも依るが、本発明では励起寿命がレーザスポット通過時間よりは短い励起準位を選ぶのが好ましい。ここでレーザスポット通過時間とは、光スポットに対して移動する記録媒体のある一点に光が照射し続けている時間を意味し、スポットの全半値幅を D、線速を V とおくと、スポット通過時間は概ね  $D/V$  で与えられる。レーザスポット通過時間は、一般的には数ナノ秒から数 10 ナノ秒程度である。

【0056】なお、励起寿命が  $D/V$  よりも長い場合には、図 1 の構成において、記録再生用の光スポットの下流側に副次的な集光レンズ（図示せず）を設ければ本発明の実施は可能である。単一レンズによって本発明を実施するためには、励起寿命は  $D/V$  よりも短いことが望ましい。

【0057】励起準位 E X からの脱励起過程に基底準位 G への直接遷移過程が含まれても良いが、図 6 (a) に表したように基底準位 G と励起準位 E X との間に存在するトラップ準位 T R への脱励起過程が存在することが本発明において重要である。このトラップ準位 T R への脱励起により入射光の波長  $\lambda 1$  とは異なる波長  $\lambda 2$  の 2 次光が放出される。本実施形態では、この波長  $\lambda 2$  の光を主信号検出系から除外し、サーボ信号の検出に積極的に利用する。

【0058】トラップ準位 T R は、比較的深いレベル（基底準位 G と励起準位 E X との中間付近）にあるので、トラップ準位の寿命は長い。従って、励起準位 E X の寿命自体は  $D/V$  よりも短く、基底準位 G から励起準位 E X への電子遷移だけでは吸収飽和が起こりにくくても、以下の過程を経て励起準位 E X が吸収飽和する。

【0059】すなわち、まず励起準位 E X からトラップ準位 T R への電子遷移により、長寿命のトラップ準位 T R が電子により埋め尽くされる。すると、励起準位 E X からトラップ準位 T R への電子遷移が起こらなくなるが、波長  $\lambda 1$  の光は照射され続けているので、次第に励起準位 E X が電子で埋め尽くされる（すなわち吸収飽和する）。その結果として、基底状態 G から励起状態 E X への電子遷移が起こらなくなり、結果的に波長  $\lambda 1$  の入射光を吸収しなくなり、透過率が増大する。このようなメカニズムによって、図 4 に例示したような超解像特性が生ずることになる。

【0060】トラップ準位 T R からの脱励起過程は、波長  $\lambda 3$  の光の放出を伴う基底状態 G への電子遷移であるが、トラップ準位 T R の寿命が  $D/V$  よりも十分に長い場合は、この波長  $\lambda 3$  の光はディスクドライブの検出系には戻らない。従って、この光を除外する必要はない。

【0061】但し、波長  $\lambda 3$  の光の放出が  $D/V$  よりも短い時間内に起こる場合には、本発明により、この光の主信号検出系への入射を防止すること、あるいはこの光をも積極的に利用することも可能となる。

【0062】また、波長  $\lambda 3$  の光が放出されるタイミングが  $D/V$  よりも長い場合にもこの光の放出タイミングに合わせて副次的なレンズを設け、波長  $\lambda 3$  の光をも利用することも可能である。但し、以下の説明においては、簡単のために、主に  $D/V$  よりも短い時間内に放出される光の利用、主には波長  $\lambda 2$  の光を利用する場合を例に挙げて説明する。

【0063】ここで、トラップ準位 T R の存在は、例えば波長  $\lambda 1$  付近の光を超解像層に照射した時のフォトルミネッセンススペクトルを計測することで特定できる。

【0064】図 6 (b) は、本発明において用いる超解像層における光吸収スペクトル (A b) とフォトルミネッセンス・スペクトル (P L) の典型例を表す模式図である。

【0065】同図に表した光吸収スペクトル A b において、A b E は基礎吸収端に対応し、E x はエキシトン準位 E X による吸収ピークに対応する。E x 付近の波長の光を超解像層に照射すると、同図に表したようなフォトルミネッセンス・スペクトルの発光を観測することができる。トラップ準位 T R が単一の場合には、スペクトル P L は波長  $\lambda$  に対して急峻に変化する曲線となる。

【0066】しかし、一般的には複数のトラップ準位がバンド状に形成されることが多いので、スペクトル P L は広がり呈する。P L が広がりを呈する場合、波長  $\lambda 2$  としてはスペクトル P L のどの波長を用いてもよいが、発光ピーク付近の波長を用いるのが良い。

【0067】波長  $\lambda 2$  の光を積極的に利用する実施形態ではなく、後に第 2 の実施形態として説明するように単に主信号検出系への入射を防止する実施形態においては、図 6 (b) に表した波長  $\lambda 2_{\min}$  以上の波長の光を

遮断するフィルターを主信号検出系 508 の前段に設ければ良い。

【0068】また、上述の具体例では、超解像層 12 を有する光記録媒体において、十分な超解像機能を保ちつつ、脱励起発光を利用してサーボ信号を得る場合を例に挙げたが、本発明において、超解像機能の発現は必ずしも必要ではない。

【0069】例えば、照射光の強度が超解像機能を発現する強度よりも十分に高い場合を挙げることができる。このような場合は、入射光の周辺部の一部のみが僅かな超解像機能を示し入射ビームの主要部は特に超解像機能を発現しない態様においても、脱励起発光自体は起こる。このような場合でも脱励起発光を利用してサーボ信号を得ることは可能である。

【0070】以上、本発明において用いることができる光記録媒体として、超解像層を有する媒体について詳述した。

【0071】次に、本発明において用いることができる光記録媒体としてのもうひとつの例について説明する。

【0072】すなわち、本発明は、超解像膜を具備する光記録媒体を用いずとも、照射光とは異なる波長の 2 次光を発する機能を有する薄膜を具備する光記録媒体を用いても実施することが可能である。そのような媒体としては、例えば光入射面側から、蛍光層、記録部を積層したものを挙げることができる。

【0073】図 7 は、発光層として蛍光層を具備する光記録媒体の断面構造を例示する模式図である。すなわち、同図の記録媒体の場合、基板 11 の上に、記録部 13、蛍光層 16、光入射側透明板 14 をこの順に積層した構造を有する。必要に応じてこれら以外の層、例えば記録部 13 と蛍光層 16 との間に誘電体層等が挿入されていても構わない。また、記録部 13 と蛍光層 16 との積層順序についても、逆転したものでもよい。基板 1 としては、前述したものと同様に、例えば表面に凹凸状のデータピット、もしくはトラッキングガイド用のグルーブを有する有するポリカーボネイト基板を用いることができる。

【0074】記録部 13 は、再生専用型 (ROM) でも追記型 (R) でも書換え型 (RW) でも良い。光照射により検出系には、照射光と同一の波長の反射光と、蛍光層 16 からの発光とが入射するので、前記した超解像膜 12 を搭載する記録媒体の場合と同様に本発明を実施することができる。

【0075】再生専用型媒体としては、例えば、A1 反射膜を用いることかできる。また、追記型媒体としては、例えば基板側から反射層、色素系追記層もしくは相変化型追記層を積層した造を用いることができる。また、書換え型媒体としては、例えば基板側から反射層、誘電体層、相変化記録層、誘電体層を積層した構成を用いることができる。

【0076】光入射側透明板 14 としては、例えばポリカーボネイト製のシートを用いることができ、基板 11 の表面に凹凸状のデータピットもしくはグルーブを設ける代わりに、透明板 14 の上に例えば 2P 法を用いて凹凸形状を設けても良い。さて、蛍光層 16 としては、照射光とは異なる波長の光を放出する材料を含有するものを用いる。すなわち、照射光の波長に対して感度を有し、照射光の波長以外の波長領域において蛍光発光するものが良い。

10 【0077】例えば、照射光として波長 400nm 程度の光を用いる場合に用いることができるものを以下に列挙する。なお、以下の表記においては、蛍光物質の蛍光中心波長を括弧内に付記する。

Ce 付活  $Y_3Al_5O_{12}$  (550nm)

Ce 付活  $Y_3Al_5O_{12}$  (550nm) の Al の一部を Ga 置換したもの

Ce 付活  $Y_3Al_5O_{12}$  (550nm) の Y の一部を Gd 置換したもの

20 Eu 付活  $(Ba, Ca, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2$  (480nm)

Eu 付活  $(Sr, Ca)_{10}(PO_4)_6Cl_2$  (450nm)

Eu 付活  $2SrO \cdot 0.84P_2O_5 \cdot 0.16B_2O_3$  (480nm)

Eu 付活  $Sr_2Si_3O_8 \cdot 2SrCl_2$  (500nm)

Eu 付活  $Ba_{0.87}Mg_2Al_2O_3 / 2z+3$  (450nm)

Mn 付活  $6MgO \cdot As_2O_5$  (650nm)

30 Mn 付活  $3.5MgO \cdot 0.5MgF_2 \cdot GeO_2$  (650nm)

これらの蛍光層の形成には、記録部 13 と同様に、スパッタ法や蒸着法もしくは塗布法などの方法を用いることができる。スパッタもしくは蒸着の場合は、上記した蛍光体材料からなる焼結ターゲットもしくは焼結チップを用いれば良い。このような蛍光層 16 を具備する記録媒体に対して光入射側透明板 14 の側から 400nm 程度の光を入射すると、記録部 13 からの反射光 (入射光と同一波長  $\lambda_1$ ) と共に、蛍光層 16 からの蛍光 (波長  $\lambda_2$ ) をサーボ信号検出系に導くことができ、本実施形態の光ディスクドライブの動作を実施できる。

【0078】(第 2 の実施の形態) 次に、本発明の第 2 の実施の形態として、記録媒体において生じた波長  $\lambda_2$  ( $\lambda_3$ ) の光をカットして主信号検出系に与えないようにし、且つ、波長  $\lambda_1$  の光によりサーボ情報も得る光ディスクドライブについて説明する。

【0079】すなわち、前述した第 1 実施形態のディスクドライブの場合、記録媒体において生ずる波長  $\lambda_2$

50 ( $\lambda_3$ ) の 2 次光を積極的に利用してサーボ信号を得る構成を有する。しかし、通常通りに波長  $\lambda_1$  の光を用い



てもサーボ信号を得ることもできる。したがって、この場合には、波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の光を主信号検出系に与えないようにフィルタリングすると同時に、波長 $\lambda 1$ の光の一部もサーボ情報検出系に与える構成とすることが望ましい。

【0080】図8は、このような光ディスクドライブの要部構成を表す模式図である。同図については、図1乃至図7に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0081】本実施形態においては、第1のダイクロイックミラー525を、単に主信号検出系508に波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の光が入射しないようにするためのフィルタ

ーとして用いる。  
【0082】すなわち、記録媒体501からの波長 $\lambda 1$ 及び $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の光は、ダイクロイックミラー525において分別され、波長 $\lambda 1$ の光の一部と、波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の光の全部は、反射されてサーボ信号検出用光検出器507に導かれる。そして、波長 $\lambda 1$ の光の残りの成分がダイクロイックミラー525を通過してダイクロイックミラー506に導かれ、主信号検出用光検出器508に入射する。

【0083】このようにすれば、主信号検出用光検出器508に波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の2次光が混入してノイズ要因となるという問題を解消することができる。

【0084】図9は、本実施形態の光ディスクドライブの変型例を表す模式図である。同図についても、図1乃至図8に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0085】本変型例においては、ハーフミラー526の前段にフィルタ527が設けられている。このフィルタ527は、波長 $\lambda 1$ の光を透過し、波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の光を遮断する選択性を有する。このようなフィルタ527を設けることによって、波長 $\lambda 2$  ( $\lambda 3$ )の2次光を主信号検出系から遮断することが可能であり、光記録媒体において生ずる不可避免的に生ずる2次光によるノイズの増加を確実に抑止することが可能となる。

【0086】(実施例) 次に、本発明の実施例について説明する。

【0087】まず、本実施例において用いた光記録媒体について説明する。

【0088】本実施例においては、図3に例示した超解像光記録媒体を用いた。すなわち、この記録媒体は、光入射側透明板11の上に、超解像層12、記録媒体部13、対向基板14が積層された構造を有する。

【0089】光入射側透明板11としては0.1mm厚のポリカーボネイトシートを用い、また、超解像層12としては膜厚150nmのZnCdTeSeS半導体微粒子分散膜を、記録媒体部13としては相変化媒体を、対向基板14としては通常の光ディスクに使用されるのと同様のグルーブ付きポリカーボネイト基板を用いた。

【0090】相変化媒体13の構成は、光入射側からZnS-SiO<sub>2</sub> 第1干涉層、GeSbTe記録層、ZnS-SiO<sub>2</sub> 第2干涉層、Al反射層をこの順に積層したものである。このような光記録媒体は、例えば以下の手順により形成することができる。

【0091】まず、通常のマスタリングプロセス、スタンパプロセス、インジェクションプロセスを用いて基板14を形成し、基板のグルーブ面上に相変化媒体13を光入射面側からの順番とは逆の順番でスパッタ法により形成する。別途、ZnCdTeSeS半導体微粒子を有機マトリクス中に分散する溶液を調製しておき、相変化媒体13の光入射面にスピコートして超解像層12を形成する。そして、粘着シートの設けられた光入射側透明板11を貼り付ける。

【0092】透明板11を貼付けた後、記録媒体501を初期化装置に投入して相変化記録層の初期結晶化を行う。

【0093】上記構成の他にも、例えばグルーブの設けられた基板を光入射側透明板11とし、この基板11の上に超解像層12、ZnS-SiO<sub>2</sub> 第1干涉層、GeSbTe記録層、ZnS-SiO<sub>2</sub> 第2干涉層、Al反射層の順番に成膜した媒体を用いても良い。

【0094】超解像層12については、記録媒体501とは別にガラス基板上にその単層のみを形成した試料を作成し、その透過率の照射パワーに対する特性を静的評価系を用いて調べた。その結果は、図4に表した如くであった。具体的には、波長405nmの光を照射した場合に、おおよそ $1 \times 10^5$  (W/cm<sup>2</sup>)以下の比較的低パワーの光照射時の透過率は概ね20%以下であるのに対して、 $1 \times 10^6$  (W/cm<sup>2</sup>)以上の比較的高パワーの光照射時の透過率は概ね50%以上であり、図4に表したような非線形光学応答を確認できた。

【0095】次に、この超解像層単層の試料を用いて吸収スペクトルとフォトルミネセンス・スペクトルを調べたところ、図6(b)に表した如くであった。ここで、エキシトン吸収ピークExの波長は約400nmであり、フォトルミネッセンスPLのピーク波長 $\lambda 2$ は約550nm、PLの最短波長 $\lambda 2_{min}$ は約500nmであった。

【0096】このような構成と特性を有する超解像層12を設けた光記録媒体501を本発明の光ディスクドライブに搭載し、以下の手順で記録再生を実施した。

【0097】ここで、図1の構成において、第1のダイクロイックミラー505は、波長450nm以下の光に対して透過率が95%で、波長500nm以上の光に対して反射率が95%且つ透過率は5%以下とした。一方、第2のダイクロイックミラー506は、波長450nm以下の光に対する反射率が99%で、波長500nm以上の光に対する反射率は1%以下とし、入射波長405nmと超解像層からの発光波長とをほぼ完全に光路

分離するように設定した。

【0098】まず、スピンドルモータ513上に超解像媒体501をセットし、所定の回転数で回転駆動させた状態で、半導体レーザ光源511をDC駆動し媒体501に0.4mWの光を照射した。この時、超解像層12からの波長 $\lambda_2$ の発光をサーボ信号検出用光検出器507が検知し、サーボ信号検出回路509によりサーボ信号を得て、それにより駆動制御系512を動作させて、駆動制御系の信号によりボイスコイルモータ503を駆動することによって、フォーカシングと、トラッキングを最適に調節することができた。なお、超解像層12を設けない通常の媒体を搭載して記録再生動作を試みたところ、サーボ信号は得られなかった。

【0099】次に、光源511を所定の周波数でパルス駆動して記録パワーレベルの光を媒体501に照射し、単一周波数の記録マーク列を相変化媒体13に形成した。ここでのマーク長は、 $\lambda/(4NA)$ 程度と光学系の分解能ギリギリとした。なお、NAは対物レンズ502の開口数である。

【0100】比較のために、超解像層12を有しない記録媒体について、図10に例示したような比較例の光ディスクドライブによる読み取り動作を試みた結果、 $\lambda/(4NA)$ のマークを再生することはできなかった。

【0101】また、図4に表したような超解像層12を有する光記録媒体501を図10の比較例の光ディスクドライブで再生したところ、 $\lambda/(4NA)$ のマーク列の再生CNRは40dB程度の値に留まった。

【0102】これらの結果を踏まえながら、本発明を以下の手順で実施した。まず、図1の構成を变形し、第2のダイクロイックミラー506の後に図10のハーフミラー514、ミラー515を設け、ハーフミラーによって分岐された光の一方をサーボ信号検出用光検出器507に導いてサーボ信号が得られるようにし、ダイクロイックミラー505によって反射された $\lambda_2$ の光は用いずにサーボを得る態様を実施した。この態様は、本発明の第2実施形態に対応し、超解像層12からの2次光が主信号検出系に入射するのを防止する態様になる。

【0103】この態様で、サーボを掛けながら $\lambda/(4NA)$ のマーク列の録再を行った結果、再生CNRとしては45dB程度を得、超解像層の発光を主信号検出系から除外する効果が確認された。

【0104】次に、図1の構成に戻り、超解像層12からの波長 $\lambda_2$ の発光をサーボ信号検出用光検出器507に導いてサーボ信号を得るとともに、波長 $\lambda_1$ の反射光は全て主信号として用いる態様を実施した結果、安定にサーボを掛けながら、50dB以上の高いCNRを得ることができた。

【0105】上述の実施例では、超解像層12として半導体微粒子分散膜を用いが、超解像層12としては、入射光とは異なる波長の光を発光するもの、例えばフォト

クロミック系材料を用いることもできる。

【0106】さらにまた、図7に関して前述したように、蛍光体層などを用いて積極的に2次光を放出する光記録媒体を用いることもできる。以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、光ディスクドライブの光学系、電気信号処理系、機械系の具体的な構成については、当業者が適宜選択した用いたものも本発明と同様の作用効果が得られる限り本発明の範囲に包含される。

【0107】また、本発明において用いる記録媒体の膜構成は、これらの具体例に限定されるものではなく、これらの他にも、例えば、多層干渉膜、半吸収膜、結晶化促進膜などを自由に設けることができる。また、本発明は相変化媒体を用いるものには限定されず、その他、各種のROM (Read Only Memory) 媒体、色素系R (Recordable) 媒体、光磁気媒体なども適用可能である。すなわち、本発明における光記録媒体は、入射光とは異なる波長の光を放出する超解像層などの発光層を具備するものであれば、媒体部は何でも構わない。

【0108】また、相変化記録媒体、光磁気記録媒体あるいは超解像層の材料についても、前述した具体例には限定されず、光記録、光磁気記録あるいは超解像効果が達成される各種の材料を同様に用いて同様の作用効果が得られ、この限りにおいて本発明の範囲に包含される。

【0109】また、本発明の光ディスクドライブは、1つあるいは複数の光ディスクを固定的な備えた「固定式」のものでもよく、または、記録媒体の脱着が可能ないわゆる「リムーバブルタイプ」のものであってもよい。

【0110】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、入射光とは異なる波長の光を放出する超解像層を具備する光記録媒体を用いた場合に、安定したサーボ特性を得ることができると同時に、再生信号品質を格段に向上することができるので、元々超解像媒体の有する優れた高密度記録特性に加えて、光ディスクの記録密度を格段に向上することができる。

【0111】または、本発明によれば、入射光とは異なる波長の光を放出する発光層を設けた記録媒体を用いることにより、主信号を検出するための光の波長とサーボ信号を得るための光の波長とを別々に設定することが可能となる。その結果として、フォーカスやトラッキングに関するサーボをより確実にかけることができるという効果が得られる。すなわち、超解像層や蛍光体などから放出される2次光は、1次光よりも波長が長く、シリコン (Si) などを用いて形成される光検出器の量子効率がより高い波長領域において、フォーカスやトラッキングに関する情報を検出できるからである。

【0112】つまり、本発明によれば、超高密度の光記

17

録再生が可能となり産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態にかかる光ディスクドライブの要部構成を例示する模式図である。

【図 2】 本発明において用いる光記録媒体 501 の作用を概念的に表す模式図である。

【図 3】 本発明の光ディスクドライブに用いられる光記録媒体の基本構成を例示する断面図である。

【図 4】 超解像層 12 の典型的な特性を例示するグラフ図である。

【図 5】 図 4 に表した特性を有する超解像層を光ビームが通過する場合のビーム縮小効果を表す模式図である。

【図 6】 (a) は、本発明に用いて好適な超解像層のエネルギー準位と電子遷移の典型例を表す模式図であり、(b) は、本発明において用いる超解像層における光吸収スペクトル (A b) とフォトルミネッセンス・スペクトル (P L) の典型例を表す模式図である。

【図 7】 発光層として蛍光層を具備する光記録媒体の断面構造を例示する模式図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施の形態にかかる光ディスクドライブの要部構成を表す模式図である。

【図 9】 本発明の第 2 施形態の光ディスクドライブの変型例を表す模式図である。

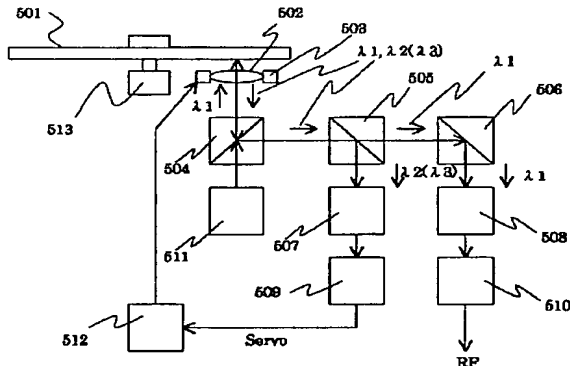
【図 10】 2 波長帯で用いることを目的として構成した比較例としての光ディスクドライブの要部構成を表す模

式図である。

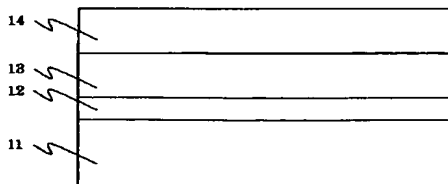
【符号の説明】

- 11 光入射側透明板
- 12 超解像層
- 13 記録媒体
- 14 基板
- 501 光記録媒体 (光ディスク)
- 502 対物レンズ
- 503 アクチュエータ
- 504 ビームスプリッタ
- 505 第 1 のダイクロイックミラー
- 506 第 2 のダイクロイックミラー
- 507 サーボ信号検出用光検出器
- 508 主信号検出用光検出器
- 509 サーボ信号検出回路
- 510 主信号検出回路
- 511 光源
- 512 駆動制御系
- 513 スピンドルモータ
- 514 ハーフミラー
- 515 ミラー
- 525 ダイクロイックミラー
- 526 ハーフミラー
- 527 フィルタ

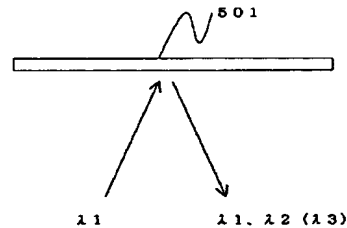
【図 1】



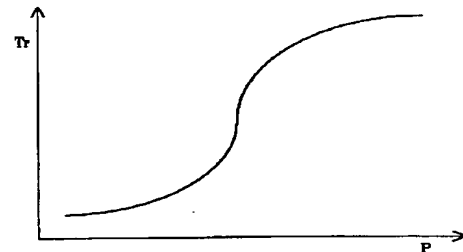
【図 3】



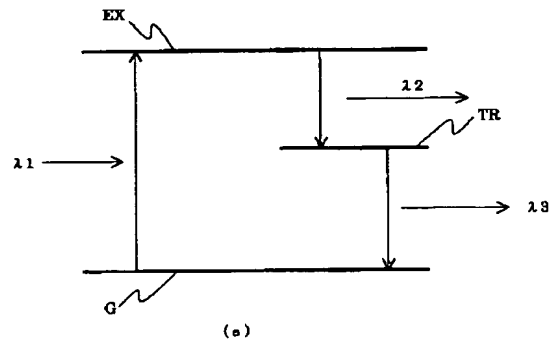
【図 2】



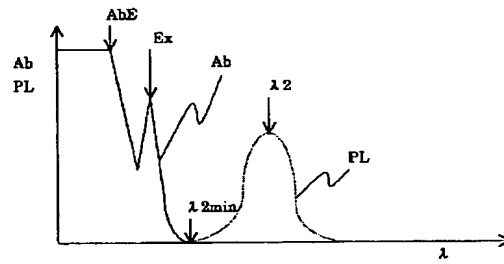
【図 4】



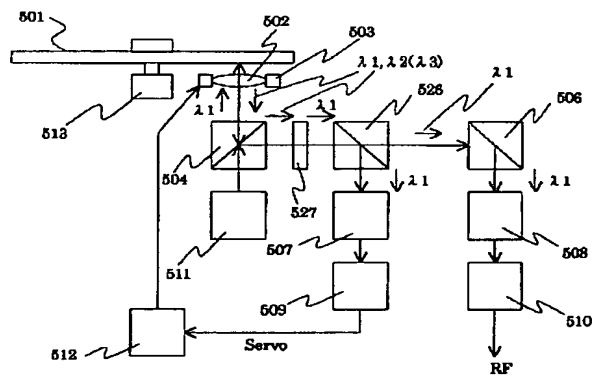
【図 6】



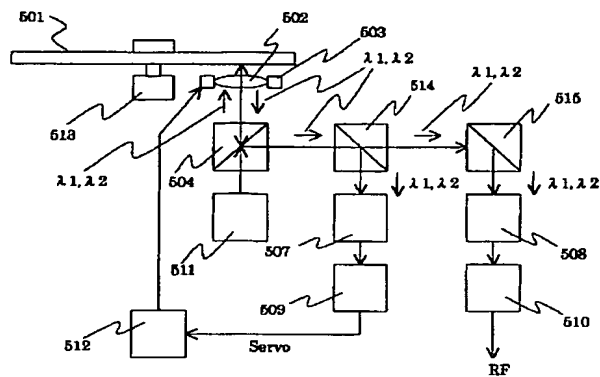
(b)



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

F ターム (参考) 5D090 AA01 BB02 BB03 BB05 BB12  
 BB14 CC04 CC14 CC16 EE18  
 FF01 FF41 GG22 GG25 HH01  
 KK12 KK15 LL05  
 5D118 AA13 AA22 BA01 BC07 BF02  
 CA11 CA13 CC12 CD02 CD03  
 CD04 CD08  
 5D119 AA20 AA28 BA01 BB01 BB02  
 BB04 DA05 EC42 EC47 FA08  
 FA13 JA26 JA57  
 5D789 AA20 AA28 BA01 BB01 BB02  
 BB04 DA05 EC42 EC47 FA08  
 FA13 JA26 JA57